

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2003-502616  
(P2003-502616A)

(43) 公表日 平成15年1月21日 (2003.1.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

G 0 1 N 29/02  
11/16  
29/18G 0 1 N 29/02  
11/16  
29/182 G 0 4 7  
B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-579988(P2000-579988)  
 (86) (22) 出願日 平成11年9月22日 (1999.9.22)  
 (85) 翻訳文提出日 平成13年5月7日 (2001.5.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/DE 99/03023  
 (87) 国際公開番号 WO 00/026658  
 (87) 国際公開日 平成12年5月11日 (2000.5.11)  
 (31) 優先権主張番号 198 50 803.4  
 (32) 優先日 平成10年11月4日 (1998.11.4)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, JP, KR, US

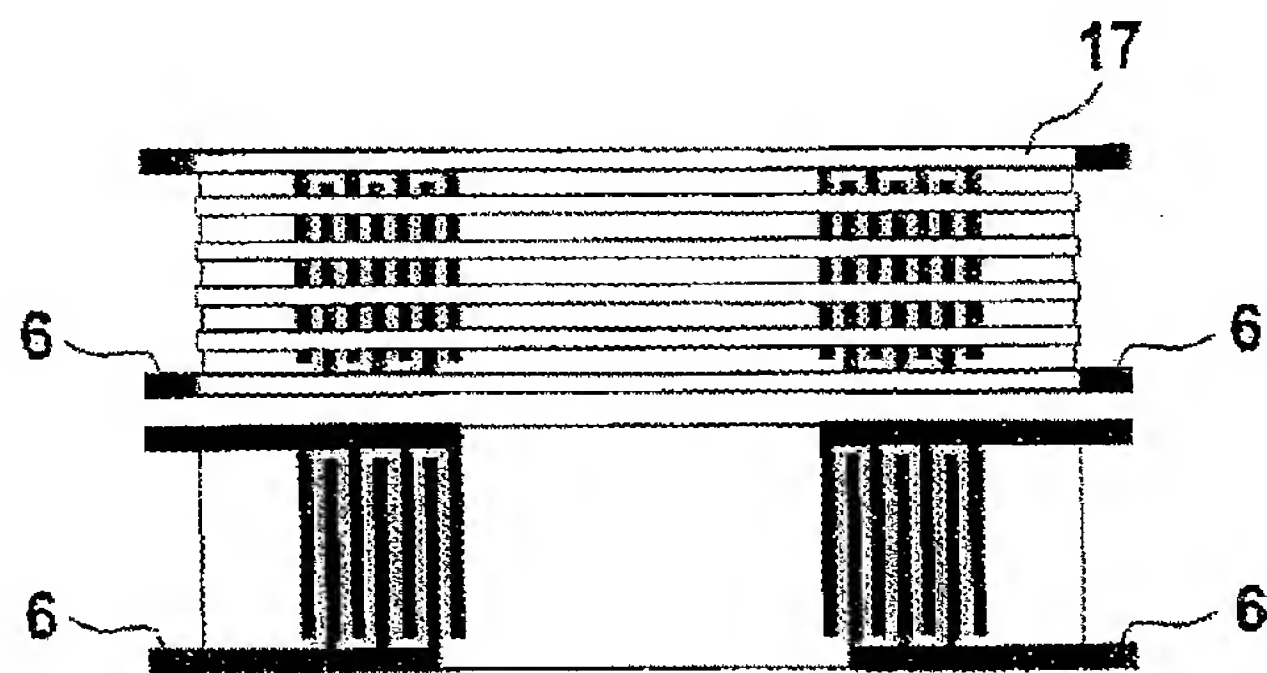
(71) 出願人 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト  
ミット ベシユレンクテル ハフツング  
ROBERT BOSCH GMBH  
ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト  
(番地なし)  
 (72) 発明者 ファルク ヘルマン  
ドイツ連邦共和国 レオンベルク ゼーシ  
ュトラーセ 63  
 (72) 発明者 ディートマール ハーン  
ドイツ連邦共和国 ゲルリンゲン ミュー  
ルシュトラーセ 30  
 (74) 代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体の濃度及び粘性を検出するセンサ装置及び方法

(57) 【要約】

液体の濃度及び粘性を検出するセンサ装置が提案されており、この装置により、少なくとも2つのセンサベースエレメントからなる装置を有しており、該各センサベースエレメントのうちの少なくとも1つは、前記液体で濡らすことができ、音響表面波を形成して検出するためのセンサベースエレメント内の電気-音響変換器(6)を有しており、音響表面波の、測定区間に沿った伝搬特性から、液体の濃度及び粘性の程度を求めることができる。各センサベースエレメントの少なくとも1つの領域内に、音響表面波の伝搬方向に対して平行に、各測定区間内に延在する、液体用の液体トラップ(17)が設けられている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 液体の濃度及び粘性を検出するセンサ装置であって、  
—少なくとも2つのセンサベースエレメントからなる装置を有しており、該各センサベースエレメントのうちの少なくとも1つは、前記液体で濡らすことができ、  
—所定の波動モードの音響表面波を形成して検出するためのセンサベースエレメント内の電気—音響変換器（6）を有しており、前記音響表面波の、測定区間に沿った伝搬特性から、前記液体の濃度及び粘性の程度を求めることができるセンサ装置において、  
—各センサベースエレメントの少なくとも1つの領域内に、音響表面波の伝搬方向に対して平行に、各測定区間内に延在する、液体用の液体トラップ（17）が設けられていることを特徴とするセンサ装置。

【請求項2】 評価される音響表面波は、ラブ（Love）モードタイプの水平方向に分極された音響ずれ波である請求項1記載のセンサ装置。

【請求項3】 請求項1記載のセンサ装置であって、  
—評価される音響表面波は、SSBWタイプ又はリーク波タイプの水平方向に分極された音響ずれ波であるセンサ装置。

【請求項4】 請求項1から3迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—電気—音響変換器は、基板（5）上に設けられたインターディジタルトランスジューサ（6）から構成されており、前記インターディジタルトランスジューサ（6）のコンバータフィンガ（7）は、所要の波動モードが適切な発振器周波数で発生されるように構成されている  
センサ装置。

【請求項5】 請求項1から4迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—各々1つのセンサベースエレメント（6a，6b）及び該センサベースエレメント間に位置する伝搬—又は測定区間（13）が構成されている  
センサ装置。

【請求項6】 請求項1から4迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—各々1つのセンサベースエレメントが、順次重ねて設けられた2つのインター

デジタルトランスジューサ（6 a， 6 b）及び各々外側に位置している共振器（1 4）を有する2ゲート共振器として構成されているセンサ装置。

【請求項7】 請求項1から4迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—各々1つのセンサベースエレメントが、インターデジタルトランスジューサ（6）及び各々外側に位置している共振器（1 4）を有する1ゲート共振器として構成されている  
センサ装置。

【請求項8】 請求項1から7迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—液体トラップ（1 7）は、相応に構造化可能な層（2 0）内の溝又はエッチング（2 2）によって電気—音響変換器（6）の上側に、場合によっては、中間層（2 1）上に形成される  
センサ装置。

【請求項9】 請求項1から7迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—液体トラップ（2 2）は、相応に構造化可能な導波路層（2 3）内の溝又はエッチングによって電気—音響変換器（6）の上側に、場合によっては、外側の金属遮蔽部（2 6）と共に形成される  
センサ装置。

【請求項10】 請求項1から7迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—液体トラップ（1 7）は、相応に構造化可能な層（2 0）内の溝又はエッチングによって電気—音響変換器（6）の上側に形成されており、  
前記液体トラップ（1 7）の下側に位置している中間層（2 1）及び前記中間層（2 1）と前記電気—音響変換器（6）との間に位置している別の音響導波路層（2 3）が設けられている  
センサ装置。

【請求項11】 請求項1から10迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—液体トラップ（1 7）は、音響波の伝搬方向に対して平行に延在している溝（2 2）によって形成されている

センサ装置。

【請求項12】 請求項1から10迄の何れか1記載のセンサ装置であって、  
—液体トラップ(17)は、円形又は多角形横断面の穴又はスポンジ状の表面構造を有する穴の装置構成によって形成されている  
センサ装置。

【請求項13】 請求項1から12迄の何れか1記載のセンサ装置を用いて、  
—液体の濃度及び粘性を検出する方法において、  
—第1の発振器回路(30)に、液体トラップ(17, 22)を有するセンサ素子を設けて、第1の発振器周波数 $f_1$ を発生し、  
—第2の発振器回路(31)に、液体トラップなしのセンサ素子を設けて、第2の発振器周波数 $f_2$ を発生し、  
—前記両発振器周波数 $f_1$ 及び $f_2$ の混合周波数 $\Delta f$ から、液体の濃度を検出し、  
—前記液体なしの測定時の前記第2の発振器回路(31)の前記発振器周波数 $f_2$ の、前記液体ありの測定に対する周波数シフトから、当該液体の粘性を検出する方法。

【請求項14】 請求項1から12迄の何れか1記載のセンサ装置を用いて、  
—液体の濃度及び粘性を検出する方法において、  
—第1の発振器回路(30)に、液体トラップ(17, 22)を有するセンサ素子を設けて、第1の発振器周波数 $f_1$ を発生し、  
—第2の発振器回路(31)に、液体トラップなしのセンサ素子を設けて、第2の発振器周波数 $f_2$ を発生し、  
—第3の発振器回路(34)に、液体トラップなしで、測定すべき液体なしのセンサ素子を設けて、第3の発振器周波数 $f_3$ を発生し、  
—両発振器周波数 $f_1$ 及び $f_3$ の混合周波数 $\Delta f_1$ 及び両発振器周波数 $f_2$ 及び $f_3$ の混合周波数 $\Delta f_2$ から、前記液体の濃度を検出し、  
—前記混合周波数 $\Delta f_2$ から、前記液体の粘性を検出する

方法。

【請求項15】 請求項1から12迄の何れか1記載のセンサ装置を用いて、液体の濃度及び粘性を検出する方法において、

—第1の発振器回路に、液体トラップを有するセンサ素子を設けて、第1の発振器周波数 $f_1$ を発生し、

—第2の発振器回路に、液体トラップ付きで、測定すべき液体なしのセンサ素子を設けて、第2の発振器周波数 $f_2$ を発生し、

—両発振器周波数 $f_1$ 及び $f_2$ の混合周波数 $\Delta f$ から、前記液体の濃度及び濃度—粘性—積の根に依存して濃度を検出し、

—両発振器周波数 $f_1$ 及び $f_2$ の減衰差から、前記濃度—粘性—積の根の程度を検出する

方法。



## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明は、主請求項の上位概念に記載の液体の濃度及び粘性を検出するセンサ装置及び該検出を実施する方法に関する。

## 【0002】

一般的に、濃度測定の際、既知の液体容積の質量が簡単な測定装置を用いて検出される。更に、共振の同調ずれも、検査された液体が貫流している管内の濃度の測定のために音響測定装置内で検出して評価することができる。液体の粘性測定のために、所謂ローテーションビスコシメトリ (Rotationsviskosimetrie) 及びファールクーゲルビスコシメトリ (Fallkugelviskosimetrie) が、十分に公知の測定方法として使用可能である。公知の全ての方法は、共通に、両測定量、濃度及び粘性が、種々異なる装置で検出される必要があり、この装置は各々極めて大きな所要スペースを必要としており、測定精度に要求される条件が高い場合、コストが高くなり、測定のために比較的大きな液体容積を必要とする。

## 【0003】

ミニチュアライジング及びシステムインテグレーションの必要性が益々大きくなっているので、小さな液体容積での高精度のオンライン濃度一及び粘性測定用の小型でコスト上有利な装置が必要とされているが、現在利用可能な測定装置を以てしては、カバーすることができない。用途例としては、エンジンオイルの状態がオンラインで監視される自動車のディーゼル燃料の調量の際の濃度一及び粘性測定であり、又は、例えば、血液又は尿のような生理学的媒体の検査用、又は、薬学的製品の製造用の、化学又は薬学でのマイクロ流体分析システム (mikrofluidischer Analysesysteme) の開発がある。

## 【0004】

液体の濃度一及び粘性測定用のマイクロセンサは、基礎となる機能原理に基づいて2つのカテゴリに分類することができる。一方では、所謂表面音響波センサ (Surface Acoustic Wave Sensor) (SAWセンサ) があり、このセンサは、音響表面波又は体積音響波乃至バルク波 (Bulkwelle) と、検査すべき液体との間の交互作用を利用して作動し、他方では、測定変換器が共鳴振動マイクロ構造体

製であるセンサがある。

【0005】

冒頭に挙げたようなセンサ装置では、公知の測定原理に基づいており、例えば、論文“A study of Love-wave acoustic sensors”, J.Du, G.L.Hardling, P.R.Ogilvy und M.Lake in der Fachzeitschrift Sensors and Actuators A56 (1996)、211～219頁に記載されている。ここに記載された測定構造体を用いて、センサが構成されており、この際、水平方向に分極された音響重力波が、表面波として作動し、所謂リーク波 (Leckwellen) (Leakywaves) 乃至サーフィススキミングバルク波 (Surface Skimming Bulk Wave) (SSBW-Wellen) 又はラブ波 (Love-Wellen) として作動する。この音響波モードは、所謂、既述の従来技術からも公知であるインタディジタルトランスジューサ (Interdigitaltransducern) を用いて形成され、検出され、その結果、所望のセンサ信号の分布又は測定区間での分布特性から得ることができる。

【0006】

発明の利点

冒頭に述べた形式の、液体の濃度及び粘性を検出するためのセンサ装置は、本発明によると、併記された方法の請求の範囲の主請求項の特徴要件により有利に実施される。

【0007】

この本発明のセンサ装置によると、センサのベースエレメントのセンサ表面を目標に導入された、音響波の分布区間内の付加的な障害の影響を利用することによって、有利に、測定構造体内の液体の濃度及び粘性を高い測定精度で別個に測定することができるようになる。冒頭に挙げた公知の装置では、それに対して、ラブ (Love) 波モードでの測定の際に、濃度－粘性の積を検出することができるだけである。

【0008】

バルク波で測定するための、つまり、表面波を用いない所謂クォーツクリスタルマイクロバランス (QCM—Quarz Crystal Microbalance) を有する粘性及び濃度センサを設けることが公知であるが、同様の障害が液体の場合の形式で生じ

る。例えば、これは、論文” Measuring Liquid Properties with Smooth- and Textured-surface Resonators”、S.J.Martin 他、IEEE 1993 International Frequency Control Symposium, 603～608頁に記載されている。この際、例えば、振動方向に対して垂直に配向された金属製、例えば、金製の壁が設けられている。各壁間のポケット部は、液体トラップとして使用され、その際、その中にある液体は、その粘性とは無関係に振動運動する。

#### 【0009】

この公知のクォーツクリスタルマイクロバランスは、厚み滑り振動器 (Dickenschwinger) であり、この振動器は、面電極による逆圧電効果を利用して励起される。液状相中、滑り振動に基因して、滑りモードは液体内では伝搬できないので、音響エネルギーは直接放射されず、従って、QCMは、液体検査にも適している。この際、共振周波数の変化は、質量を加えることによって測定され、その際、QCMは、発振器回路内で周波数測定素子として使用される。

#### 【0010】

本発明によると、粘性のある液体内で付加的に、液体の粘性及び濃度に依存して周波数がシフトするという効果が有利に利用される。これは、液体の濃度－粘性－積の検出のために利用することができ、その際、本発明により提案されている構成では、付加的に濃度の影響が粘性の影響から切り離し可能であり、つまり、両量が相互に独立して測定される。

#### 【0011】

従って、冒頭に記載したような装置の実施例では、構造的に平行に駆動される少なくとも2つのセンサ素子が有利に使用され、その際、表面波を用いる場合、例えば、SSB波又はラブ (Love) 波を用いる場合の利点を利用することができる。この利点は、特に、高い測定感度、液体に対して保護された変換器電極を使用すること、不活性表面及び小さな横方向感度である。

#### 【0012】

公知のQCMを用いるのに較べて、本発明の装置では、金を電氣的に被着しなくてよく、センサ装置を総体的に半導体とコンパクトな製造プロセスで製造することができる。QCMを用いる公知の装置構成で使用される金は、液体に較べ



て非常に高い濃度を有しているので、それに対して、材料が液体の濃度に近い本発明の構成では、測定感度が高くなる。

#### 【0013】

請求項記載の測定方法を用いると、簡単に、周波数シフトを評価して、容易に後続処理できる測定信号を得ることができる。液体トラップ (Fuessigkeitsfallen) 付きセンサベースエレメントの周波数シフトは、濃度－粘性－積の影響に対して付加的に、液体の濃度及び液体トラップの有効容積によってのみ生じる依存性を有する。両センサベースエレメントの周波数シフトが相互に結合された場合、測定液体の濃度及び粘性を別個に求めることができる。

#### 【0014】

本発明によると、m l 領域内での液体容積の濃度及び粘性を高い分解能及び測定精度で測定することができるマイクロセンサが提案されている。このセンサは、量産に適したバッチプロセスを用いてコスト上有利に製造することができ、その際、半導体製造から公知の方法が利用される。従って、音響表面波の伝搬区間と、検査すべき液体との間の交互作用を利用して、測定信号を発生するセンサ及び他のセンサ（例えば、バルクモードセンサ＝QCM）の利点を共に利用することができ、その際、それぞれの特有の欠点を回避することができる。

#### 【0015】

本発明の有利な実施例の、この要件及びそれ以外の要件は、従属請求項を含めて、更に各請求項、及び、以下の説明及び図面から分かり、その際、個別要件は、各々単独又は複数で、本発明の実施例での組合せの形式で、及び他の領域で実施され、有利に、並びに、保護されるべき実施例（本願明細書で特許保護を請求されている）で示されている。

#### 【0016】

#### 図面

以下、本発明のセンサ装置について図示の実施例を用いて詳細に説明する。

#### 【0017】

その際、

図1は、センサ装置を貫流する液体の濃度及び粘性を検出するためのセンサ装置

の略斜視図、

図2は、音響波の生成及び検出用のインターディジタルトランスジューサの詳細図、

図3～5は、図2のインターディジタルトランスジューサの変形実施例、

図6～8は、コーティングの種々異なる実施例のセンサ装置の基板の断面図、

図9は、センサ装置内の測定液体の2つの伝搬区間の詳細平面図、

図10は、センサ装置に接続された評価回路の原理回路図、

図11は、図10の回路に較べて拡張された評価回路である。

#### 【0018】

##### 実施例の説明

図1には、センサ装置1が断面原理図で示されており、このセンサ装置を、液体が、その濃度及び粘性を測定するために、入口2から出口3に矢印方向に貫流する。提案されているセンサ装置1の主要構成部分は、片側が研磨された、ピエゾ電気材料製の基板5であり、水平方向に分極された音響滑りモードがセンサベースエレメントによって励起可能且つ伝搬可能である。基板材料として、Y方向に回転された水晶片、ニオブ酸リチウム片及びタンタル酸リチウム片並びに相応に極性付けられた圧電性セラミックが適している。

#### 【0019】

基板5の研磨された表面上に、金属製のインターディジタルトランスジューサ(IDT)6からなる装置構成が設けられており、この装置構成について、図2を用いて詳細に説明する。このインターディジタルトランスジューサ6は、例えば、アルミニウム、チタン、クロム、金又は白金であり、場合によっては、チタン又はシリコン製の固着層上に設けられ、音響表面波の励起及び検出のために使用される。

#### 【0020】

図2には、インターディジタルトランスジューサ6の1つが詳細に図示されており、その際、コンバータフィンガ7は、電圧によって励起された場合に波長8(中間周波)の音響波を発生することができる。こうすることによって、音響表

面波、即ち、殊に、矢印11の分極方向、矢印12の口径の、ずれ波（Scherwelle）が形成される。ここに図示した実施例によると、コンバータフィンガ7は、この周期内でも、2つの個別フィンガ又はスプリットフィンガに分割されており、その結果、 $\lambda/8$ フィンガが形成される。電氣的な周期と機械的な周期との間に、ここでは、ファクタ2が形成され、その結果、内部反射、及び、所謂3重遷移エコー（TTE）を除去又は少なくとも減少することができる。

#### 【0021】

図1のセンサ装置1内のインターディジタルトランスジューサ（IDT）6の装置構成は、図3～5の実施例により構成することができる。例えば、図3では、遅延線路として送信IDT6a、伝搬区間13及び受信IDT6bで構成されており、乃至、図4では、2ゲート共振器、図5では、1ゲート共振器として、1つ又は2つのIDT6及び反射器バンク14を用いて構成されている。

#### 【0022】

図1のセンサ装置1は、相互に平行に設けられた、インターディジタルトランスジューサ6を有する2つのベースエレメントを有しており、その際、何れにせよ、評価を簡単にして、測定信号の温度補償を改善するために、この図を用いては図示していない第3の並列なセンサベースエレメントを設けてもよい。更に、図1の実施例では、基板5の表面上にIDT6を有する各ベースエレメントの横又は各ベースエレメント間に、メアンダー状の薄膜温度抵抗15が設けられている。つまり、殊に、粘性には強い温度依存性があり、従って、温度は、別の重要な測定量を形成する。薄膜温度抵抗15用の材料として、ここでは、有利には、IDT6用のような材料、即ち、チタン／プラチナ又はチタン／プラチナ／チタンのような材料が使用され、その際、固着層はチタン又はシリコンのどちらかにするとよい。

#### 【0023】

図1の基板5上には、IDT6を有するベースエレメントの上側に音響導波路層16が設けられており、この導波路層は、例えば、オルモセル（Ormocer）から、シリコン結合又はポリマーから形成することができ、その結果、音響波の一般滑りモード（リーク波又はSSBW）から、所謂導波路モード（ここでは、ラ

ブ波)が形成される。測定の際に、濃度の影響を粘性の影響から分離するために、IDT 6を有するベースエレメントの上側に所期の機械的な障害が液体トラップ17の形式で設けられており、この液体トラップ内では、音響波は、機械的な不均一性に基因して伝搬できない。

#### 【0024】

このために、各インターディジタルトランスジューサ6を介して、及び、各インターディジタルトランスジューサ6間に、音響波の伝搬方向に対して平行に配向されたウォール18が設けられており、このウォールの幾何学的な装置構成手段について、図6～8、乃至、図9の平面図を用いて説明する。液体トラップ17は、ここでは、インターディジタルトランスジューサ6の上側に設けられた層20の相応の構造によって溝22として製造することができる(図6に示されているように、又は、図示されていないが、穴又はスポンジ状部として)。層20とIDT 6との間に、固着の改善のために、及び／又は、IDT 6の保護のために別の中間層21を設けてもよい。図6の装置構成では、所謂リーク波又はSSB波が利用される。

#### 【0025】

所謂ラブモード構成素子が用いられる場合、図7の液体トラップは、溝状エッチング部22を行うことによって直接導波路部23内に形成することができ、この導波路部は、その他の点では図1の導波路層16に相応する。液体トラップのないIDT 6を有する平行な、第2のベースエレメントの上側の導波路層23の厚みは、両構成素子が同じ感度になっている限りで、小さくすることができる。

#### 【0026】

図8に示された、ラブモードタイプの波動用の液体トラップ17乃至溝22の形成用の別の方法が用いられて、音響導波路層23の上側に別の液体トラップ層25が続いて構造化され、場合によっては、付加的な中間層21を、固着用媒体及び／又はエッチング停止層として、図6の例と同様に使用してもよい。このようにして、溝の深さの再形成可能性を改善することができる。

#### 【0027】

ここには図示していない全ての実施例で、液体トラップ17を、円形又は多角



形横断面の溝を装置構成することによって、又は、上述のように、スポンジ状の表面構造にすることによって形成することができる。説明した全ての場合に、液体トラップの上側に、数nm～100nm厚にすることができる薄い金属遮蔽層26を、測定液体とセンサ装置1との間の不所望な音響電気相互作用を遮蔽するために設けてもよい。図8の実施例では、中間層21は、特に有利に、同時に固着媒体及びエッチング停止層として、並びに、導波路層23と液体トラップ22との間の遮蔽層として利用することができる。

#### 【0028】

予め説明したセンサ装置1の基本的な機能形式について、以下説明する。予め説明したインターディジタルトランスジューサ6の1つの電極乃至コンバータフィンガ7に交流電圧を印加することによって、逆圧電効果に基づいて交番的な機械的な緊力が基板5内に生じ、その結果、IDT6に対して垂直方向に基板5を貫通する音響ずれ波が生じる。

#### 【0029】

音響導波路層を使用した場合、例えば、音響ラブモード波用のセンサ装置では、導波路層16、23内のずれ波速度が基板5内の速度よりも低いので、この層の下側及びこの層内に音響エネルギーが集中する（所謂導波路効果）。そのようにして形成された表面波タイプは、ラブ波と呼ばれる。この音響導波路モードは、一般的な滑りモード（Schermode）よりも大きな感度を有しているが、しかし、導波路層16、23によって、波動の伝搬減衰にも作用する。音響波の伝搬条件が変化した際、伝搬速度及び減衰が影響され、その結果、この波動パラメータの測定により、作用量についての情報が提供される。

#### 【0030】

IDT6を有するセンサベースエレメント上に液状測定媒体がある場合、粘性結合が形成され、即ち、センサベースエレメントの表面の薄い液体層により、滑り振動を一緒に伴うようになる。一緒に振動する液体層の実効高さ（減衰長）は、粘性及び周波数に直接依存する。粘性結合により、音響波の伝搬速度が低減され、並びに、波動の減衰は、濃度－粘性－積の根に比例して増大する。

#### 【0031】



センサベースエレメントの1つの表面上に液体トラップ17として作用する不均一性がある場合、伝搬速度は、液体濃度及び液体トラップ17内に封入された液体容積に依存する第2の作用によって低減される。伝搬速度の変化は、例えば、センサベースエレメントが、例えば図3の遅延線路又は図4及び5の反射器14と一緒に、周波数測定部材として発振器回路内で使用された場合に測定することができる。そのような発振器の共振周波数の変化は、波動の速度変化の程度である。

#### 【0032】

更に、センサベースエレメントが、測定量としての液体に曝されないIDT6と共に使用される場合、第2の発振器周波数の混合によって、障害量、例えば、温度の影響を補償することができ、更に、出力量として直接低周波信号 $\Delta f$ を出力することができる。

#### 【0033】

図10には、測定液体の濃度及び粘性を2つの発振器回路30及び31を用いて検出するための回路構成の原理的な実施例が図示されている。第1の発振器回路30内にIDT6と液体トラップ17とを有するベースエレメントの発振器周波数 $f_1$ は、発振器回路31の発信周波数 $f_2$ と液体トラップなしに混合器32内で混合され、その際、後ろ側に接続された低域通過フィルタ33の出力側での混合周波数 $\Delta f$ は、液体濃度の程度を良好に近似する。つまり、両発振器回路30及び31に作用する粘性の作用並びに場合によってはそれ以外の障害量が補償される。その際の前提は、粘性結合に対する感度は、両センサベースエレメントの場合に同一であるということである。

#### 【0034】

測定液体の粘性は、既述の回路装置を用いて、検出する濃度を利用して、発振器回路31内の液体トラップなしのセンサベースエレメントの周波数の、測定液体なしの測定装置の作動時の既知の周波数に対するずれから検出することができる。同様に、測定量として、ここでは減衰の変化を利用してもよい。

#### 【0035】

所要の測定量の検出用の回路装置の拡張された別の実施例は、図11に示され

ている。この回路装置では、付加的に更に1つの発振器回路34が、測定液体の貫流管路なしの測定区間で設けられており、その結果、この測定区間は、濡れていない基準素子として使用される。この装置構成は、殊に、測定液体に濡らされた両センサ素子が技術的な理由から粘性の交互作用に対して同一の感度を有していない場合に有利である。更に、この装置構成の場合、構成素子の可能なドリフトを、長時間安定度の改善のために均一化することができる。

#### 【0036】

共振周波数のずれ $\Delta f_1$ 及び $\Delta f_2$ から、図11の構成を用いて、濃度及び粘性変化に対する構成素子の既知の感度で、液体濃度、及び、従って既知の液体濃度を利用して $\Delta f_2$ から、粘性を上述のようにして検出することができる。択一選択的に、ここでも、減衰の変化を測定量として利用することができる。

#### 【0037】

図示していない第3の実施例は、2つのセンサベースエレメントを有しており、このセンサベースエレメントには、両方共、液体トラップが設けられており、その内一方が測定液体と接触しており、他方が空気と接触している。この実施例でも、図9～11の実施例と同様にして得られる混合周波数は、その際、濃度及び濃度－粘性－積の根に依存する。減衰差は、その際、濃度－粘性－積の根の程度でもある。つまり、液体トラップ内の測定液体の量が僅かでも増えると、減衰度の変化を無視できなくなるからである。

#### 【0038】

この際、従って、減衰度の測定は、どうしても必要というわけではなく、何れにせよ、有利には、同じ感度、ドリフト及び機械的な横ひずみ感度 (*Querempfindlichkeit*) の完全に同一の2つのセンサベースエレメントしか必要としない。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

センサ装置を貫流する液体の濃度及び粘性を検出するためのセンサ装置の略斜視図

##### 【図2】

音響波の生成及び検出用のインターディジタルトランスジューサの詳細図

## 【図3】

図2のインターディジタルトランスジューサの変形実施例

## 【図4】

図2のインターディジタルトランスジューサの変形実施例

## 【図5】

図2のインターディジタルトランスジューサの変形実施例

## 【図6】

コーティングの種々異なる実施例のセンサ装置の基板の断面図

## 【図7】

コーティングの種々異なる実施例のセンサ装置の基板の断面図

## 【図8】

コーティングの種々異なる実施例のセンサ装置の基板の断面図

## 【図9】

センサ装置内の測定液体の2つの伝搬区間の詳細平面図

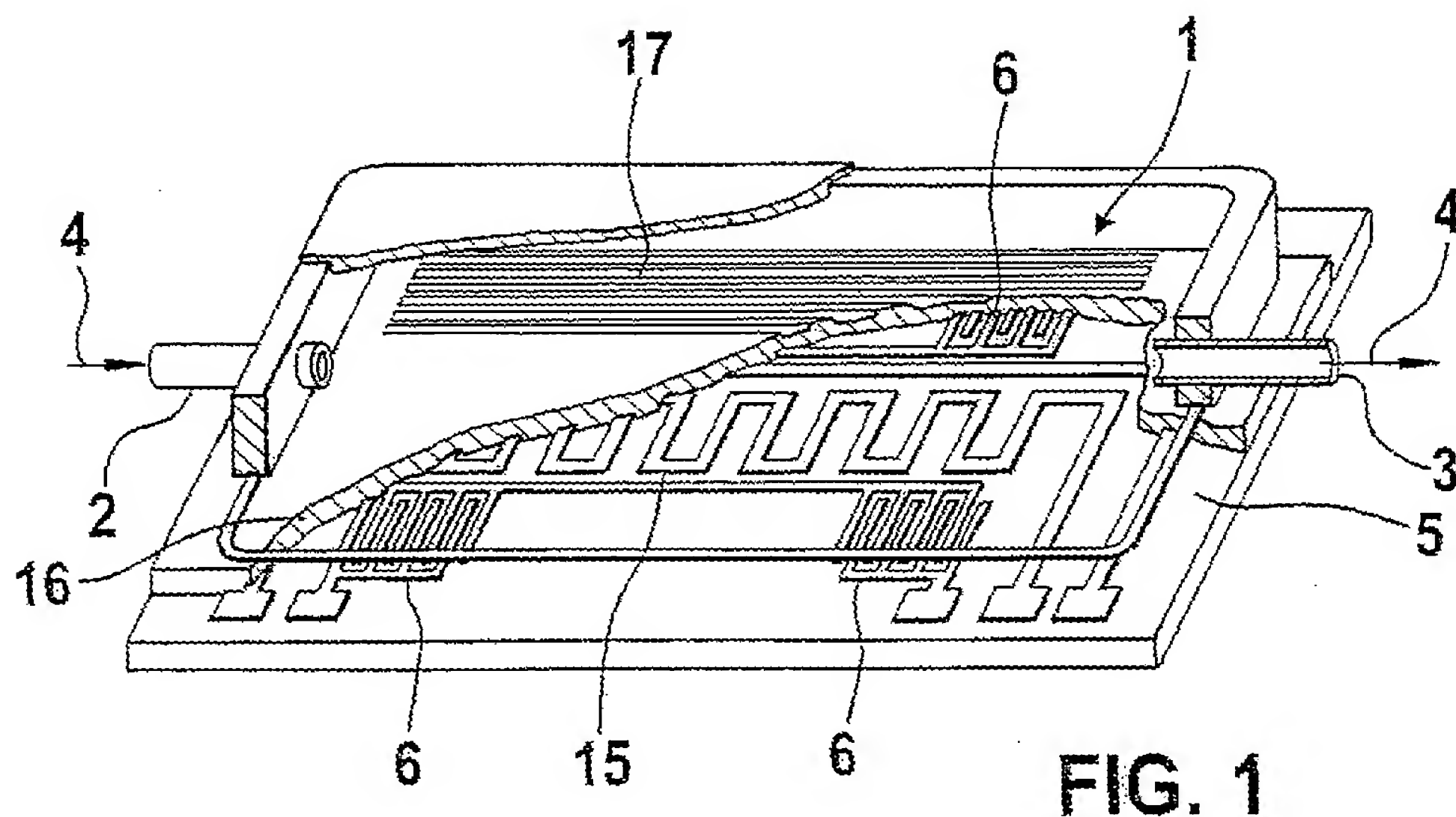
## 【図10】

センサ装置に接続された評価回路の原理回路図

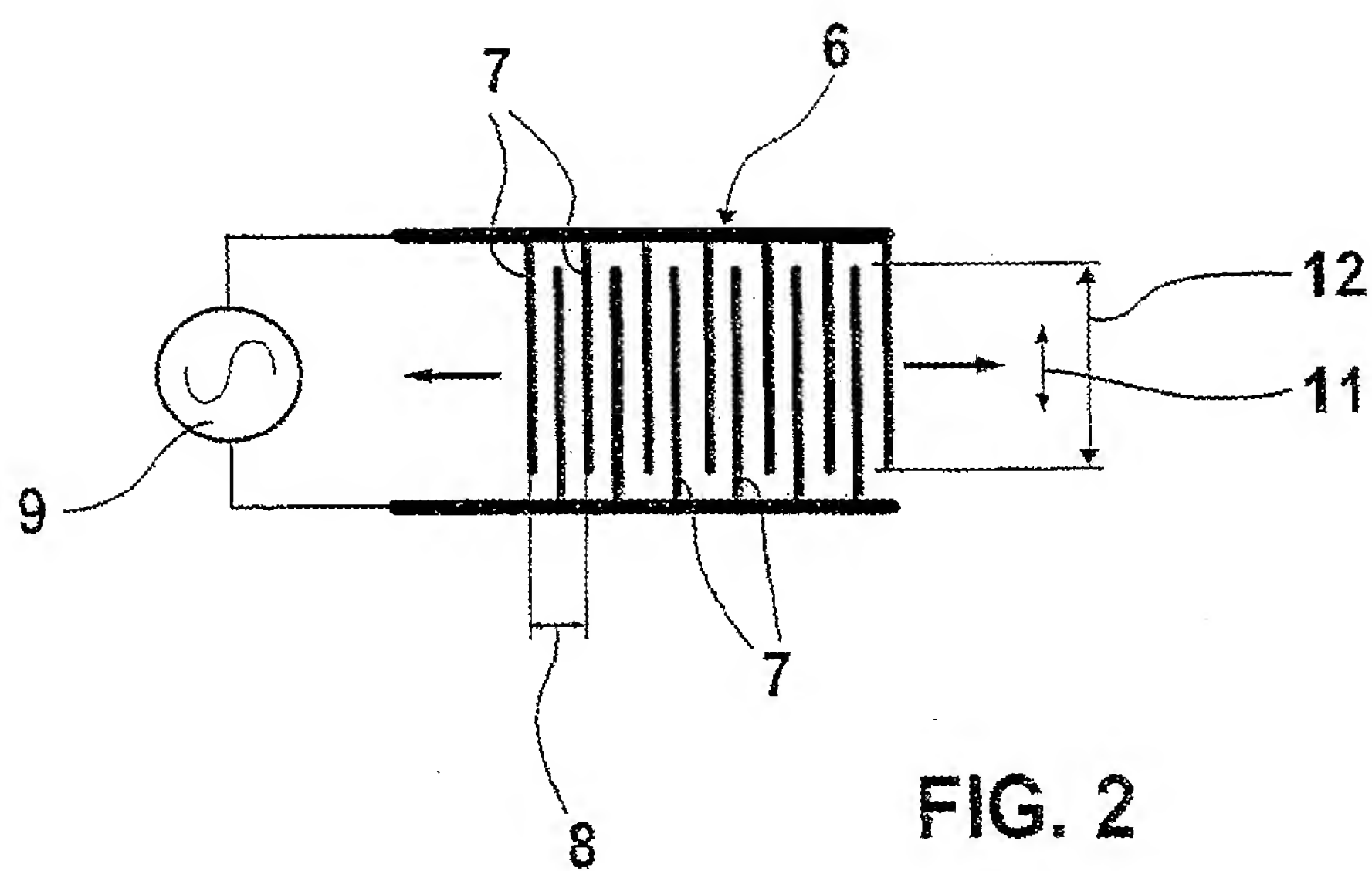
## 【図11】

図10の回路に較べて拡張された評価回路

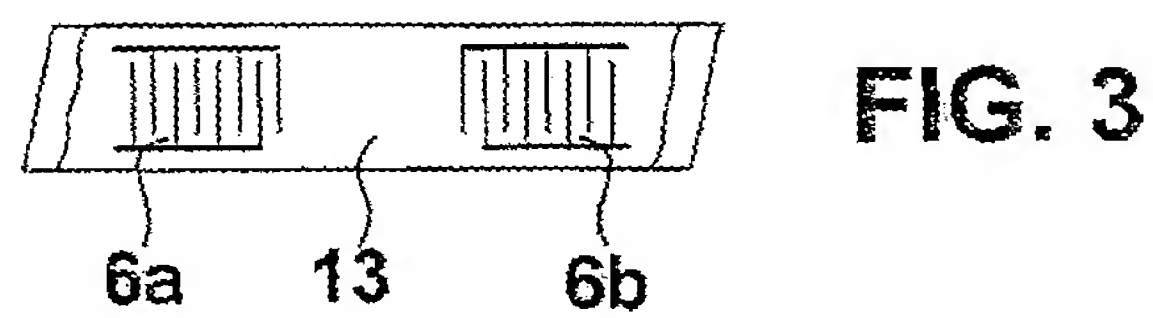
## 【図1】



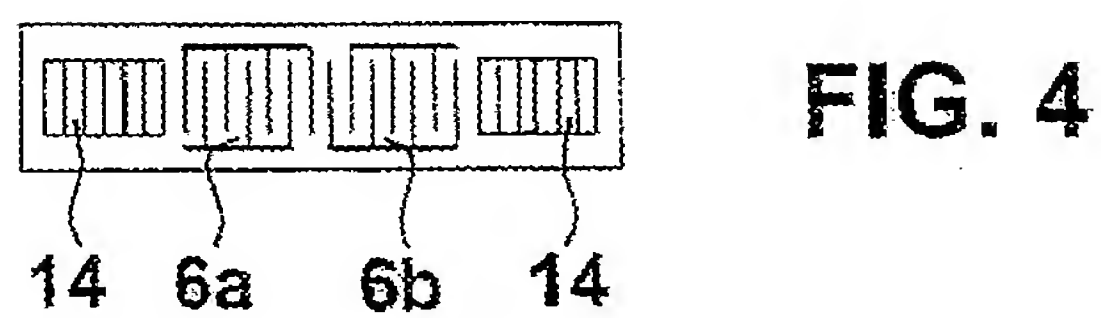
【図2】



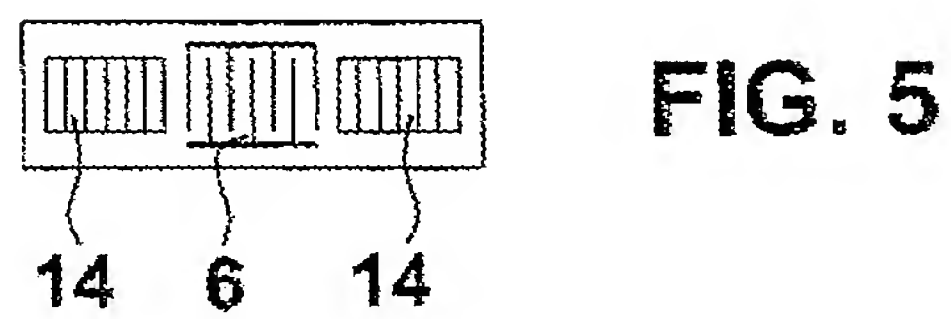
【図3】



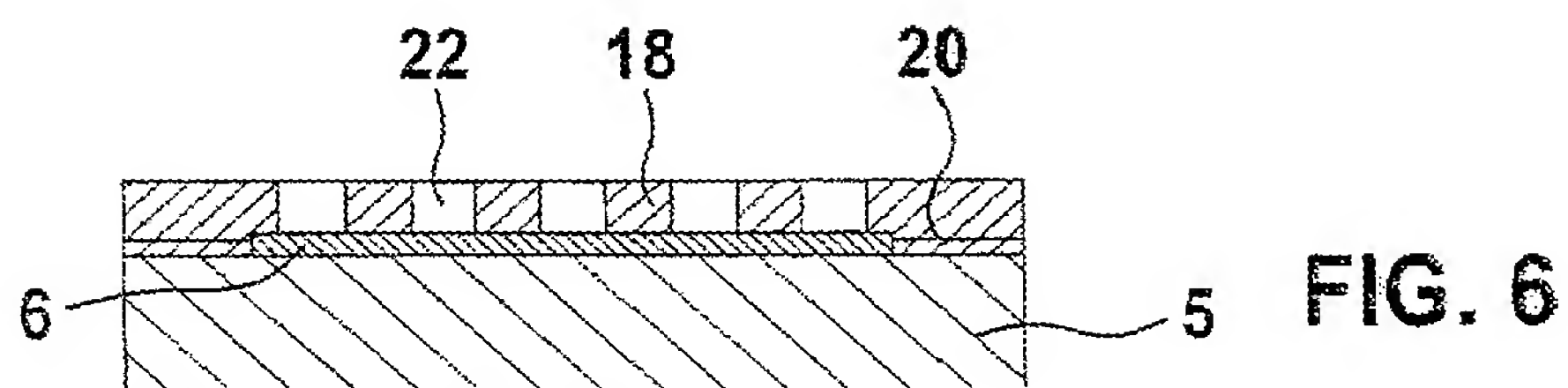
【図4】



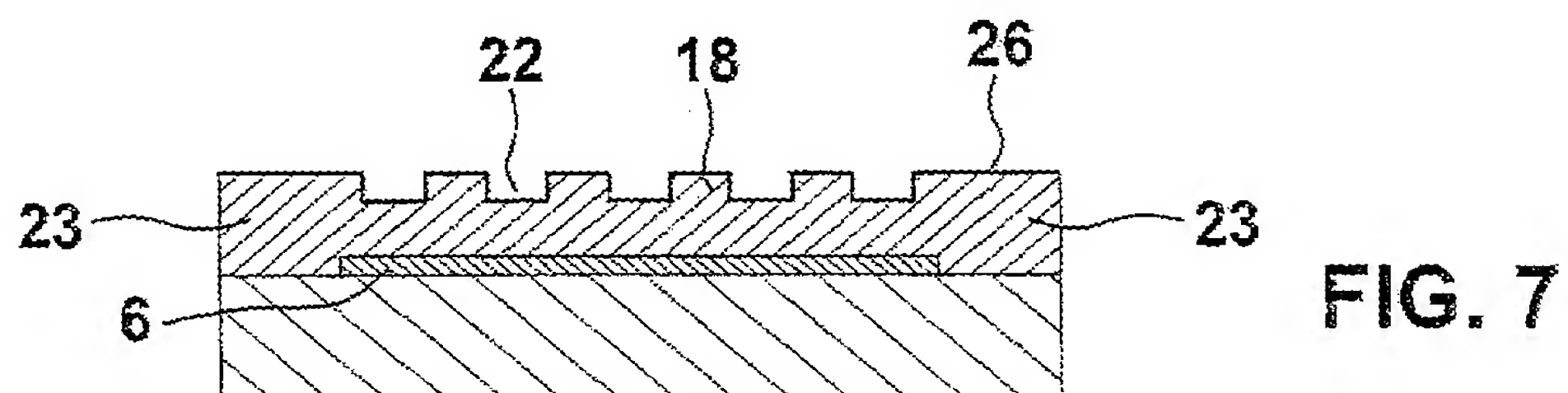
【図5】



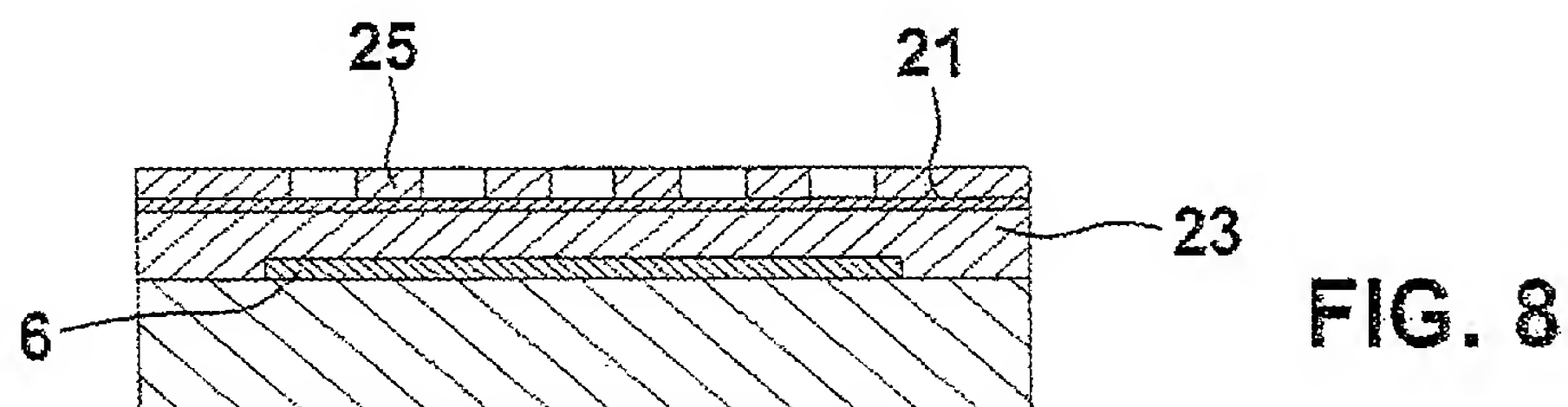
【図6】



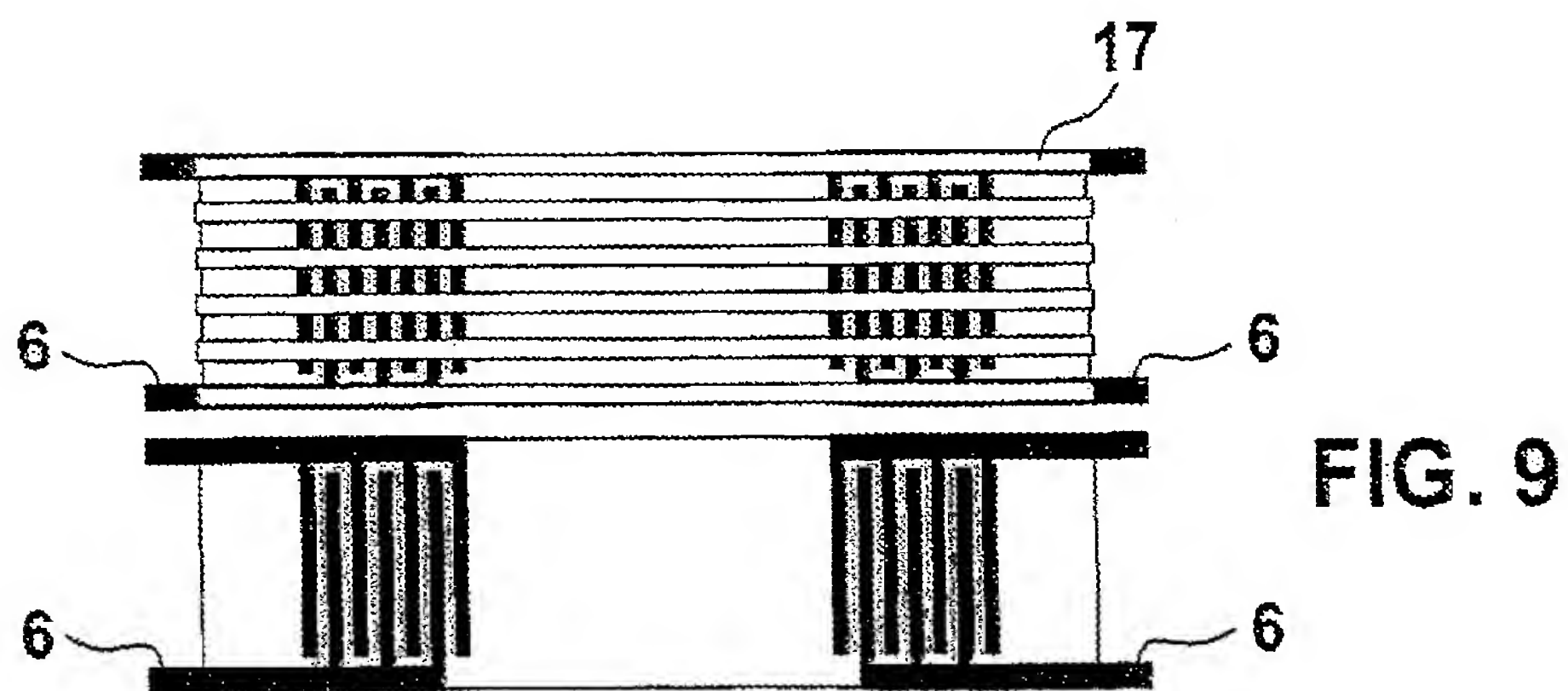
【図7】



【図8】



【図9】





【図10】

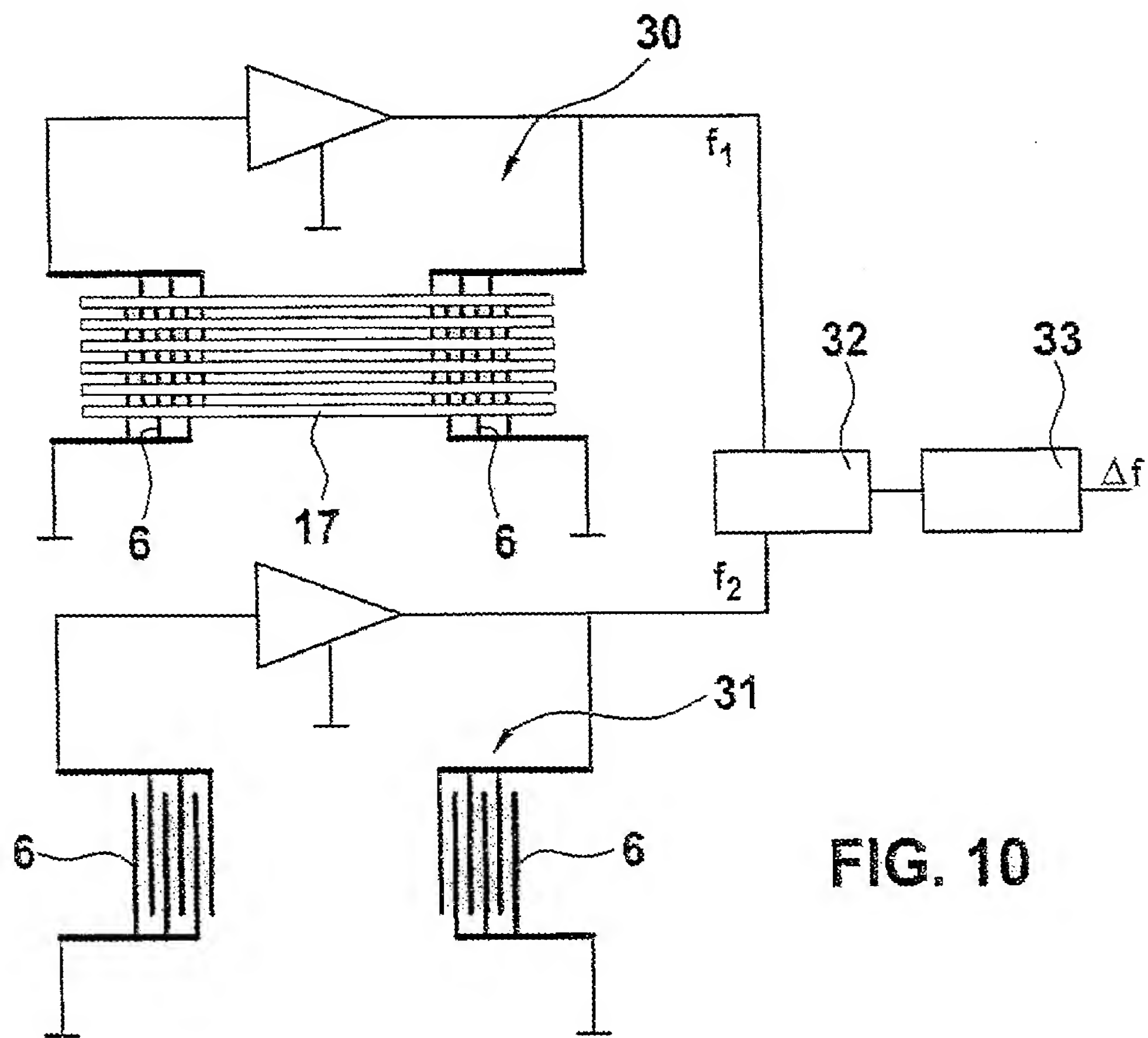


FIG. 10

【図 11】

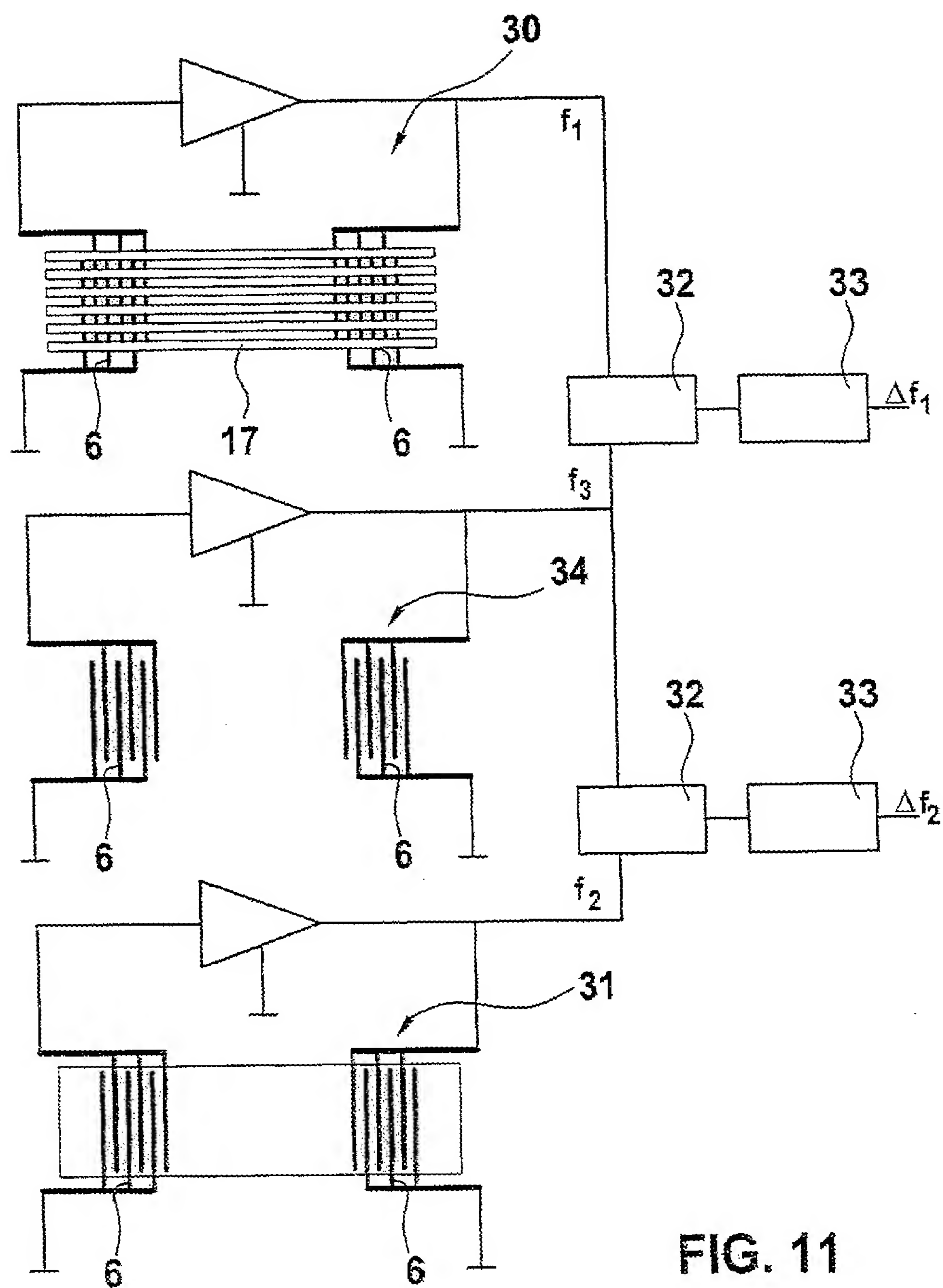


FIG. 11

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/DE 99/03023

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01N29/02 G01N9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 741 961 A (CASAUS LEONARD ET AL) 21 April 1998 (1998-04-21) column 3, line 15 - column 4, line 2 column 9, line 9 - column 11, line 14 column 15, line 9 - line 19 column 15, line 65 - column 16, line 10 figure 2	1, 13
Y A	----- -/--	2, 4, 6, 7 3, 8-10, 14, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 April 2000

Date of mailing of the international search report

13/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5318 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 spa nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krametz, E

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

page 1 of 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/DE 99/03023

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DU J ET AL: "A STUDY OF LOVE-WAVE ACOUSTIC SENSORS" SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, vol. A56, no. 3, 1 September 1996 (1996-09-01), pages 211-219, XP000640390 ISSN: 0924-4247 cited in the application page 213, right-hand column, paragraph 2	2,4
Y	WO 87 02134 A (TNO) 9 April 1987 (1987-04-09) page 3, line 37 -page 6, line 6 figures	4,6,7
P,X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 13, 30 November 1999 (1999-11-30) & JP 11 211705 A (FUJI KOGYO KK), 6 August 1999 (1999-08-06) abstract	1,13

I

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/DE 99/03023

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5741961 A	21-04-1998	US 5798452 A	25-08-1998
WO 8702134 A	09-04-1987	NL 8502634 A	16-04-1987
		EP 0239608 A	07-10-1987
		JP 1500052 T	12-01-1989
JP 11211705 A	06-08-1999	NONE	

Form PCT/ISA210 (patent family annex) (July 1992)



---

フロントページの続き

(72)発明者 ゴットフリート フリーク  
ドイツ連邦共和国 レオンベルク アイン  
シュタインシュトラッセ 35  
Fターム(参考) 2G047 AA01 BA04 BC00 BC02 BC03  
BC15 CA01 CB03